

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

# **Jogo sério para coleta e avaliação de fluência na leitura infantil**

**Eduardo Vieira Marques Pereira do Valle**

JUIZ DE FORA  
SETEMBRO, 2021

# Jogo sério para coleta e avaliação de fluência na leitura infantil

EDUARDO VIEIRA MARQUES PEREIRA DO VALLE

Universidade Federal de Juiz de Fora  
Instituto de Ciências Exatas  
Departamento de Ciência da Computação  
Bacharelado em Ciência da Computação

Orientador: Igor de Oliveira Knop  
Coorientador: Jairo Francisco de Souza

JUIZ DE FORA  
SETEMBRO, 2021

# JOGO SÉRIO PARA COLETA E AVALIAÇÃO DE FLUÊNCIA NA LEITURA INFANTIL

Eduardo Vieira Marques Pereira do Valle

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS  
EXATAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, COMO PARTE INTE-  
GRANTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE  
BACHAREL EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO.

Aprovada por:

Igor de Oliveira Knop  
D.Sc. Modelagem Computacional

Jairo Francisco de Souza  
Doutor em Informática

Marcelo Caniato Renhe  
D.Sc. Engenharia de Sistemas e Computação

Eduardo Barrére  
D.Sc. Engenharia de Sistemas e Computação

JUIZ DE FORA  
02 DE SETEMBRO, 2021

## Resumo

A avaliação da fluência na leitura infantil é um processo que necessita ser realizado em um ambiente isolado, muitas vezes estranho para a criança e aplicado por um avaliador. Tal tarefa demanda tempo e seu resultado pode ser influenciado por uma série de fatores e, nesse aspecto, o *Talk2Me* é uma abordagem que realiza a coleta e classificação de áudios para auxiliar educadores a atuarem de forma mais eficiente na resolução de problemas de leitura. Este trabalho propõe e implementa uma nova abordagem para coleta de áudios de fluência de crianças através de jogo sério digital, com o objetivo de investigar se o lúdico influencia no processo. O jogo se comunica com a arquitetura de software, enviando os áudios coletados para avaliação automática. O processo é avaliado a partir de um questionário, e respondido por especialistas, para averiguar o aspecto pedagógico da solução.

**Palavras-chave:** fluência em leitura, jogo digital, reconhecimento automático de fala, jogos sérios.

## Abstract

The assessment of children's reading fluency is a process that needs to be carried out in an isolated environment, often foreign to a child and applied by an evaluator. This task takes time and its result can be influenced by a number of factors and, in this aspect, *Talk2Me* is an approach that performs the collection and classification of audios to help educators act more efficiently in solving problems of reading. This work proposes and implements a new approach for collecting fluency audios from children through serious digital games, with the aim of investigating whether playfulness influences the process. The game communicates with the software architecture, sending the collected audios for automatic evaluation. The process is evaluated from a questionnaire, and answered by specialists, to verify the pedagogical aspect of the solution.

**Keywords:** reading fluency, digital game, automatic speech recognition, serious games.

## Agradecimentos

A todos os meus parentes e amigos, pelo encorajamento e apoio.

Aos professores Igor e Jairo pela orientação, amizade e principalmente, pela paciência, sem a qual este trabalho não se realizaria.

Aos professores do Departamento de Ciência da Computação pelos seus ensinamentos e aos funcionários do curso, que durante esses anos, contribuíram de algum modo para o nosso enriquecimento pessoal e profissional.

# Conteúdo

<b>Lista de Figuras</b>	<b>5</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>7</b>
<b>2 Referencial Teórico</b>	<b>10</b>
2.1 Fluência na Leitura . . . . .	10
2.2 Jogos, Jogos Sérios e Gamificação . . . . .	11
2.3 <i>Design-Based Research</i> e <i>Design Science Research</i> . . . . .	14
<b>3 Método</b>	<b>16</b>
<b>4 Desenvolvimento</b>	<b>19</b>
4.1 Evolução do <i>Talk2Me</i> . . . . .	19
4.2 Modificações no SpaceGEMS . . . . .	22
4.3 Modificações no servidor . . . . .	25
4.4 Avaliação Interna . . . . .	27
<b>5 Considerações Finais</b>	<b>31</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>34</b>

## Lista de Figuras

3.1	Ciclo iterativo do método <i>Design Science Research</i> (DSR) utilizado no projeto. . . . .	16
4.1	Nova organização do <i>Talk2Me</i> adaptada para o novo ciclo de interação. . .	19
4.2	Jogo <i>SpaceGEMS</i> com a tela da visão geral do mapa e a tela de apresentação e captura da leitura da palavra. Fonte: captura do jogo <i>SpaceGEMS</i> , do autor. . . . .	21
4.3	Demonstração do mapa de influência do gerador de rubi. . . . .	22
4.4	Processo de construção do mapa para uma partida de 9 palavras (Jogador representado pela bola branca, planetas pela bola preta, candidatos a inserção pela bola amarela, geradores de joia por quadrados da cor da joia e consumidores com bolas da cor da jóia). . . . .	23
4.5	As setas em vermelho representam as motivações do jogador da versão anterior do <i>SpaceGEMS</i> , enquanto as verdes da versão deste projeto. Fonte: Adaptado de <i>Quantic Foundry's Motivation Model</i> , destaque do autor. . .	24
4.6	Sistemas novos do jogo para motivar o jogador. Fonte: Capturas de tela no <i>SpaceGEMS</i> , do autor. . . . .	25
4.7	Formulário de criação de uma partida. Fonte: captura de tela do servidor do <i>Talk2Me</i> , do autor. . . . .	26
4.8	Registro da captura dos áudios durante as partidas, do jogador denominado “Exemplo”. Fonte: captura de tela do servidor do <i>Talk2Me</i> , do autor. . . .	27



## Siglas

**ASR** *Automatic Speech Recognition*. 8, 13, 14, 20, 21, 25, 31

**BNCC** Base Nacional Comum Curricular. 7

**CAED/UFJF** Centro de Políticas Públicas e Avaliação da Educação da Universidade Federal de Juiz de Fora. 7, 8, 10, 28

**DBR** *Design-Based Research*. 14, 15

**DS** *Design Science*. 14

**DSR** *Design Science Research*. 5, 14–16, 18, 27, 29, 31

**LORI** *Learning Object Review Instrument*. 27, 28

**SDK** *Software Development Kit*. 21, 25

# 1 Introdução

A leitura é uma atividade cognitiva complexa que exige a coordenação de várias habilidades (CARTWRIGHT, 2012), sendo uma delas a fluência na leitura. A fluência na leitura seria, de acordo com Fuchs et al. (2001), a capacidade com que um indivíduo traduz verbalmente o trecho de um texto com velocidade e exatidão.

Adicionalmente, a leitura é relevante para a comunicação e entendimento na sociedade contemporânea, sendo de suma importância a fluência relacionada a ela, já que é apontado, pelo Ministério da Educação por meio da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BNCC, 2018), como habilidade a ser avaliada na área de ensino. Ademais, a fluência na leitura é um fator relevante à inclusão e à participação ativa na sociedade (DIAS et al., 2016), tornando a avaliação dessa competência um dos principais tópicos abordados pelo Centro de Políticas Públicas e Avaliação da Educação da Universidade Federal de Juiz de Fora (CAED/UFJF).

O desenvolvimento dessa competência na fase de alfabetização é necessário por ser um período crucial na evolução cognitiva da criança (CARTWRIGHT, 2002). Todavia, esse processo é complicado de se concretizar considerando a quantidade de alunos pelos quais um professor é responsável, devido às diferentes dificuldades e individualidades de cada estudante (CELESTINO, 2019).

Existem poucas abordagens para avaliar a fluência na leitura (PROENÇA, 2018), principalmente voltadas para a língua portuguesa e para crianças sem deficiências físicas ou transtornos. Outrossim, o processo de coleta e avaliação, através da entrevista com a criança, pode tornar o procedimento desconfortável e estressante para a criança.

Ademais, não existe uma métrica oficial para avaliação de fluência na leitura, existindo abordagens diferentes para validar a fluência de um indivíduo. Além disso, operacionalizar testes de fluência exige a análise de características da leitura oral que são de conhecimento especializado, tornando complexo o procedimento de avaliação do indivíduo em relação a essa habilidade. Entretanto, essas avaliações são importantes para identificar dificuldades em momentos ainda passíveis de intervenção, mas devem

considerar contextos regionais e características específicas do aluno, com a finalidade de tratar de itens de avaliação mais próximos à realidade do discente, como é retratado em (KIM; HANNAH; JANG, 2021).

Outrossim, o processo de coleta de áudios do CAED/UFJF é realizado por um instrutor em uma sala simples e isolada para garantir maior qualidade da gravação, para serem averiguados por ferramentas que avaliam a fluência na leitura, entretanto cria um ambiente estressante para a criança.

Para facilitar a interação e a atenção da criança ao conteúdo abordado na sua educação, pode-se utilizar atividades lúdicas associadas a ele, como jogos eletrônicos e técnicas de gamificação para este fim. Esses jogos podem ser denominados como jogos sérios (MICHAEL; CHEN, 2005), por terem como foco principal a educação, além do viés de entretenimento.

Dessa forma, pode-se utilizar desses conceitos para tornar o processo de avaliação mais interessante e motivador para a criança, permitindo que a atividade de coleta de áudio gere entretenimento, além de enviar os áudios coletados para a análise, que emprega *Automatic Speech Recognition* (ASR), ou, em uma tradução livre, reconhecimento automático de fala, automatizando o processo de avaliação da fluência.

Em virtude de tais dificuldades na avaliação e das regras de isolamento social em período de pandemia, este trabalho tem como objetivo apresentar uma adequação de um jogo sério para avaliação de fluência. Espera-se observar se uma experiência de coleta lúdica e, portanto, mais natural para as crianças, provê melhores resultados ao garantir maior atenção e concentração da criança na atividade. Foi realizada a adequação do jogo *SpaceGEMS* (SILVA et al., 2019), o qual foi projetado inicialmente para uma dinâmica em sala de aula mediada pelo professor, porém, mesmo com um possível fim do isolamento social, alguns cuidados sanitários se farão necessários no ambiente escolar por algum tempo. Nesse cenário, a pesquisa deve reavaliar sua dinâmica do jogo sério, se readequando com outras motivações para os jogadores de forma que a coleta ainda possa ser realizada independentemente da mediação pelo educador ou de aspectos socio sanitários.

Para alcançar o objetivo principal, se faz necessária a adaptação do protótipo do jogo digital, no qual a leitura de palavras é um dos elementos principais. Essas leituras

devem ser coletadas, organizadas e enviadas a um sistema online para realizar o processamento por técnicas de reconhecimento de fala. Os resultados desses processamentos são, então, utilizados para gerar um conjunto de relatórios, para educadores e especialistas de fluência na leitura infantil.

O presente ciclo da pesquisa se justifica pelo fato de que uma contribuição, mesmo que incremental, no entendimento da fluência tem um impacto de extrema relevância a longo prazo, pois milhões de pessoas podem ser influenciadas. Com a coleta de áudios facilitada, os bancos de áudios de leitura podem ser expandidos muito mais rapidamente, dando margem para que pesquisadores possam avançar com suas pesquisas sobre um conjunto de dados maior e mais diverso. A coleta remota, semi-automatizada e automatizada também pode diminuir os custos da coleta, pois os relativos ao agendamento de profissionais, de traslado e de hospedagem podem ser significativamente menores se o processo for tomado em uma escala regional, ou mesmo nacional, em um país continental como o Brasil.

Isto posto, o presente trabalho busca responder à questão “Como melhorar as pesquisas da fluência infantil?”, através da investigação da coleta e, especialmente, sua automatização parcial. É investigado se um ciclo de melhorias no aplicativo tem potencial, do ponto de vista pedagógico, de contribuir para esse avanço.

Este trabalho está organizado em 5 capítulos e, além desta Introdução, o Capítulo 2 faz uma revisão dos principais conceitos aqui utilizados, enquanto o Capítulo 3 detalha o método para os experimentos. O Capítulo 4 detalha o processo de desenvolvimento da aplicação e a discussão decorrente da avaliação pedagógica da solução. O Capítulo 5 finaliza o texto, avalia se os objetivos foram atingidos, lista as limitações deste trabalho e sugere uma série de possibilidades para trabalhos futuros.

## 2 Referencial Teórico

A coleta automática de fluência na leitura infantil exige que alguns conceitos e técnicas sejam revisitados. Este capítulo traz o referencial teórico necessário para tal.

### 2.1 Fluência na Leitura

A leitura é a base para a educação, sendo esse um dos principais fatores para promover o sucesso do indivíduo e da democracia (ADAMS, 1994). No entanto, a leitura é uma atividade cognitiva complexa que exige a coordenação de vários elementos (CARTWRIGHT, 2012) e, a fim de simplificar o estudo, vamos focar na fluência da leitura.

Para melhor compreensão deste tópico será descrito nesse parágrafo a definição de alguns termos da área da fluência na leitura. Nesse aspecto, por pseudopalavras entende-se palavras inexistentes na língua portuguesa, inventadas, com a finalidade de avaliar exclusivamente o processo de decodificação, visto que não encontra-se familiaridade da criança com a palavra apresentada. Ademais, palavras canônicas são formadas somente por sílabas com duas letras, uma consoante e uma vogal, enquanto a tonicidade descreve qual sílaba na palavra apresenta maior proeminência na pronúncia.

A fluência na leitura é interpretada, segundo Fuchs et al. (2001), como a competência com que uma pessoa traduz verbalmente uma passagem de um texto, com rapidez e precisão, através da agilidade no reconhecimento das palavras e na separação exata dos fonemas pronunciados. De acordo com Hudson, Lane e Pullen (2005), para um indivíduo ser considerado fluente na leitura deve-se considerar três fatores principais: leitura precisa, velocidade de leitura de palavras próxima à de uma conversação e prosódia adequada ao pronunciar os fonemas presentes no texto lido.

De acordo com a metodologia de avaliação do CAED/UFJF, a fluência em leitura deve ser avaliada considerando um conjunto de competências básicas, as quais são parecidas com os fatores abordados por Hudson, Lane e Pullen (2005). Considera-se como competências básicas necessárias para uma leitura fluente: a consciência fonológica,

a compreensão do princípio alfabético e a velocidade com que um texto é traduzido em linguagem falada, ou seja, a capacidade de ler um texto, adequado a cada faixa etária, com precisão, prosódia e ritmo (PULIEZI et al., 2015). A partir dessa concepção, verificou-se a elaboração de um teste mínimo para avaliação de fluência na leitura utilizando lista de palavras ou de pseudopalavras. Os aspectos envolvidos na leitura fluida e que foram aplicados neste teste são: (i) a precisão na decodificação da palavra - habilidade de reconhecer ou decodificar as palavras corretamente; (ii) a rapidez no reconhecimento das palavras - facilidade com que uma tarefa é realizada; (iii) o uso apropriado dos símbolos de tonicidade - leitura com entonação apropriada.

No período da alfabetização, o professor ensina e desenvolve a fluência na leitura, porém é uma tarefa difícil para apenas um professor realizar com todos os seus alunos (CELESTINO, 2019). Se não for desenvolvida essa habilidade na infância, isso irá comprometer a capacidade de comunicação do indivíduo, já que a fluência na leitura se correlaciona à pronúncia.

Segundo Huitt e Hummel (2003), aprendizagem por descoberta e apoio ao desenvolvimento dos interesses da criança são duas técnicas de instrução primárias substituídas pela aprendizagem construtivista, sendo recomendado desafiar as habilidades da criança sem apresentar materiais ou informações que são de um nível superior ao dela. Em virtude disso, é relevante que um artefato que tenha como função auxiliar o ensino infantil não desmotive o indivíduo a aprender o assunto abordado com desafios muito difíceis para ele, e trate de tópicos interessantes para o mesmo. Exemplos destes tópicos, principalmente para crianças, seriam os jogos que serão descritos na próxima seção.

## **2.2 Jogos, Jogos Sérios e Gamificação**

O entretenimento está presente em parcela considerável do cotidiano das pessoas, apresenta um grande impacto na economia global e uma das grandes manifestações disso são os jogos, que possuem grande importância cultural, como é apresentado pelo filósofo Johan Huizinga em 1938. Em seu livro, ele discorre sobre como os jogos apresentam uma imensa relevância na criação e no desenvolvimento de civilizações. Como os jogos constituem uma das atividades que mais captam a atenção das pessoas e, em especial, das crianças,

seus conceitos serão revisitados a seguir e como eles podem ser utilizados na educação e conectados com os aspectos da computação (HUIZINGA, 2019).

Mais recentemente, tem sido feito muito esforço para se definir ou separar as diversas nuances dos jogos e atividades. Em suas pesquisas, XEXÉO et al. (2017, p.32) relatam que o jogo aparece em nosso cotidiano de quatro formas distintas: jogo-atividade, que representa o ato de jogar; jogo-ideal, que demonstra o jogo de forma abstrata referindo às suas regras; jogo-artefato, que define o objeto ou objetos necessários para o jogo-atividade; e jogo-partida, que seria uma instância do jogo, sendo a representação de uma partida.

Os projetos, que abordam a avaliação e a identificação de problemas na leitura de crianças, têm a oportunidade de empregar entretenimento e diversão a fim de gerar maior interesse e participação da criança na atividade, pois o lúdico é relevante no ensino infantil (ROCHA, 2018). Dessa forma, pode-se empregar o lúdico ao ensino infantil, a partir de um jogo eletrônico, tendo como objetivo final a educação além do entretenimento, o que se denomina jogos sérios (ABT, 1970; MICHAEL; CHEN, 2005). Jogos sérios foram empregados com sucesso para treinamento de profissionais, na educação, para transmissão de propagandas e para outras finalidades listadas em (DJAOUTI et al., 2011). Exemplos disso seriam os projetos de Ramos et al. (2018), que desenvolve a cognição através da aplicação de jogos digitais, e Monclar, Silva e Xexéo (2018), o qual apresenta o uso de jogos digitais para o ensino de programação.

A gamificação é diferente de jogos sérios, pois aplica apenas alguns aspectos presentes em jogos a contextos diferentes, com o intuito de motivar a participação efetiva do indivíduo em uma atividade (MUNTEAN, 2011). A gamificação também é presente e demonstra bons resultados no cenário educacional, como é analisado por Paula e Fávero (2016) a partir de entrevistas com educadores, para verificar como eles utilizam e suas percepções da gamificação. Borges et al. (2014) discorrem sobre como jogos sérios e gamificação são utilizados em vários setores da educação com bons resultados, gerando maior interesse e engajamento das crianças nas tarefas em que são aplicados.

Dessa forma, esses conceitos poderiam ser utilizados para contribuir no processo de avaliação de fluência na leitura. Um exemplo seria o trabalho de García et al.

(2016), que utiliza de gamificação através de sistemas de pontos e conquistas, para elaborar a ferramenta *TipTop Talk!*, com a finalidade de auxiliar na pronúncia de uma segunda língua. Entretanto, os autores não chegam a validar a abordagem proposta em nenhum aspecto e as técnicas de reconhecimento automático de fala são fornecidas pelo *Google* através de ferramentas externas ao projeto, sem apresentar a possibilidade de alterações para atender melhor a proposta.

Outros projetos que utilizam gamificação em ferramentas voltadas à avaliação da fluência em leitura têm o foco no auxílio de crianças com deficiências ou transtornos. Da mesma forma, Anwar et al. (2011), Liu et al. (2015) e Saputra (2015) desenvolveram softwares para ajudar crianças que tinham autismo, dificuldades auditivas e dislexia, respectivamente, além do uso de questionários aos usuários para avaliar as ferramentas. A aplicação de técnicas de gamificação ajuda a manter a concentração do indivíduo durante a atividade a fim de transpor as adversidades provenientes de sua condição. Todavia, a tecnologia ASR aplicada nestes trabalhos não é citada ou não é de domínio dos autores, o que dificulta a extração de dados que permitam uma análise mais detalhada da fala da criança. Apesar de importante, este trabalho não persegue a linha de gamificação.

Já Takita, Akimoto e Hoshino (2017) e Musti-Rao, Lo e Plati (2015) propõem abordagens para contribuir com a fluência da leitura na língua materna para crianças que apresentam adversidades na leitura. Esses projetos avaliam suas hipóteses através da análise da fluência na leitura das crianças antes e após o uso das ferramentas, além dos comentários dos alunos, pais e professores sobre os artefatos. As duas propostas apresentam o uso de artefatos tecnológicos como desenvolvedores da fluência da leitura das crianças, além de motivadores desse hábito. Entretanto, a ferramenta utilizada por Musti-Rao, Lo e Plati (2015) é externa ao projeto, e Takita, Akimoto e Hoshino (2017) não definem nenhum aspecto técnico do seu artefato.

Em virtude disso, os trabalhos relacionados normalmente não permitem adaptar os módulos de ASR, o que impossibilita a configuração para lidar com dificuldades específicas e com sotaques dos alunos. Ademais, não trazem um retorno com detalhes para que o professor possa atuar da melhor forma no desenvolvimento dessa habilidade em seus alunos. Outrossim, poucos trabalhos são direcionados às crianças que não apre-



sentam deficiências, além de geralmente não serem voltados à língua portuguesa.

Dessa forma, este trabalho atua na fluência da leitura da língua portuguesa, utilizando o módulo de ASR customizável do trabalho Silva et al. (2019) e readequação de um jogo sério detalhado em Ribeiro et al. (2019), permitindo assim a possibilidade de modificá-lo para ser empregado em situações adversas, de acordo com as necessidades e contextos regionais dos alunos. Além disso, este módulo traz mais informações a respeito da avaliação da fluência da criança em cada áudio, permitindo um diagnóstico mais eficiente e detalhado para o auxílio dos educadores. Entretanto, o projeto Silva et al. (2019) se baseia em uma abordagem colaborativa dentro de um ambiente de sala de aula, porém, devido à pandemia do Covid-19, se propõe uma variante dessa solução que permita aos professores aplicarem-na em momentos de distanciamento social, a qual se define com mais detalhes na Seção 4.

## 2.3 *Design-Based Research e Design Science Research*

*Design-Based Research* (DBR) é um tipo de metodologia de pesquisa que possibilita estudar aprendizagem em ambientes que são projetados e sistematicamente alterados pelo investigador (BARAB, 2006). Além disso, utiliza, normalmente, de inúmeras iterações do artefato para serem testadas em ambientes de aprendizagem únicos, a fim de desenvolver novas teorias e artefatos que gerem avanços na área da educação.

Alguns exemplos de uso deste método em trabalhos de desenvolvimento de jogos digitais seriam Schmitz et al. (2015) e Berg (2021), sendo esse projeto voltado para a avaliação cognitiva de alunos, enquanto aquele aborda o desenvolvimento do *HeartRun*, jogo para dispositivos móveis com o foco de ensinar ressuscitação cardiopulmonar para crianças.

*Design Science Research* (DSR) é um método desenvolvido tomando como base o paradigma *Design Science* (DS), sendo este proposto por Simon (1996) e definido como a base epistemológica para o estudo do que é artificial (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015). A DSR determina como um projeto, que aborda a elaboração de um

artefato para solucionar um problema, deve ser desenvolvido e avaliado, a fim de gerar conhecimento científico a partir da forma que foi retratado o desenvolvimento do artefato. Este método é utilizado principalmente nas áreas da engenharia e ciência da computação, e alguns exemplos de uso deste método em trabalhos de desenvolvimento de jogos digitais voltados para educação seriam Ceccon e Porto (2020) e Alves, Chaves e Cordeiro (2020).

Definimos empregar DSR em detrimento do DBR, pois aquele é utilizado com maior frequência do que este em trabalhos mais recentes e semelhantes a proposta deste projeto, além de apresentar muitas propostas bem definidas de como deve ser elaborado uma pesquisa que aplica DSR.

### 3 Método

Este trabalho apresenta uma pesquisa exploratória, visando apresentar um diferente método de coleta de áudios para avaliação de fluência infantil. O *Talk2Me* é uma composição de projetos diferentes com esse fim, mas o esforço deste trabalho foi contribuir com a adaptação do jogo digital, que serve como software de coleta, e atualizações necessárias no servidor para automatizar a atividade de coleta e avaliação dos áudios. Houve uma preocupação de aumentar o entretenimento e interesse da criança durante o processo de coleta utilizando elementos comuns de jogos para dispositivos móveis. A pesquisa seguiu os ciclos iterativos do DSR, elaborado de acordo com a Figura 3.1, e suas seis etapas serão descritas a seguir.

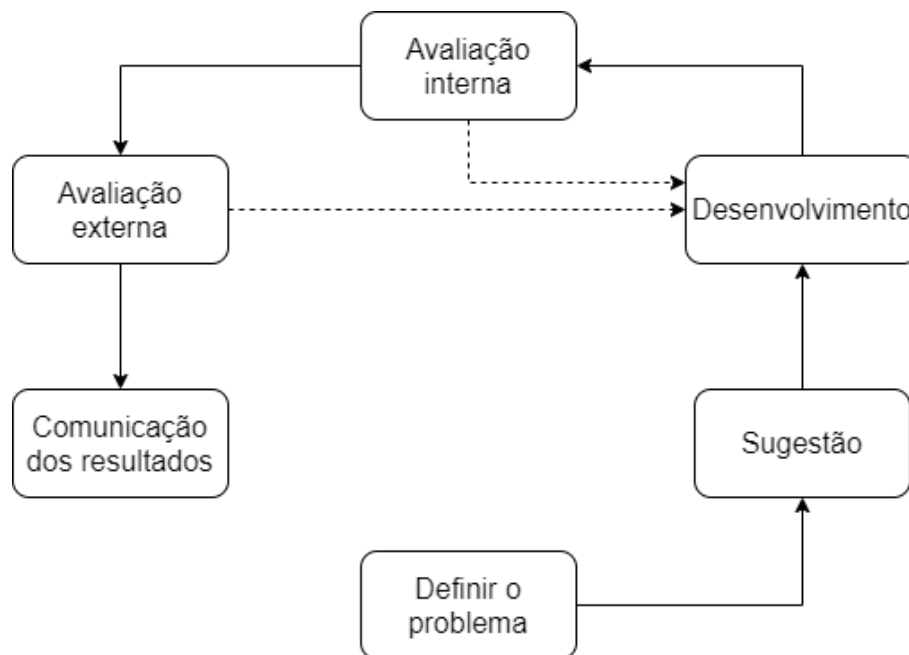


Figura 3.1: Ciclo iterativo do método DSR utilizado no projeto.

A primeira etapa *(i)* “Definir o problema” constituiu-se na definição do tema, estudo dos conceitos atrelados a fluência na leitura, jogos sérios e gamificação, com a finalidade de definir os problemas abordados nos Capítulos 1 e 2, além de uma revisão da literatura para averiguar soluções que atendam estes problemas.

A etapa *(ii)* “Sugestão” corresponde ao planejamento da abordagem do projeto, na qual foi definido continuar o trabalho proposto em Silva et al. (2019). Entretanto,

a fim de atender melhor o problema, alterações foram realizadas no projeto do jogo *Space-GEMS*, além da interligação funcional e modificações da arquitetura do projeto *Talk2Me*. Estas modificações são apresentadas a seguir.

Com a finalidade de despertar interesse e entretenimento ao público alvo, modificamos como é construído o mapa em cada partida, pois no projeto *Talk2Me*, o mapa era gerado de forma aleatória, sem nenhuma regra específica para orientar sua construção, possibilitando a criação de situações que inviabilizam a jogabilidade desejada. Em virtude disso, o cenário passa a ser elaborado seguindo regras baseadas em mapas de influência para cada tipo de elemento, dessa forma pode-se definir a distância entre eles tornando a dinâmica mais engajadora para os usuários.

Ademais, o projeto foi alterado para se encaixar no cenário atual de pandemia do coronavírus: como a elaboração do jogo original foi realizada anos antes da deflagração do vírus, havia a intenção dele ser aplicado em um dispositivo móvel compartilhado durante uma aula, no qual as crianças iriam interagir juntas em duas equipes para promover competitividade e cooperação. Dessa forma, a aplicação foi alterada para ser utilizada por apenas um jogador, com a intenção de garantir maior segurança contra o contágio do coronavírus durante o uso da mesma, porque impediria o contato de múltiplos indivíduos com o mesmo dispositivo. Tendo isso em vista, houve a necessidade de alterar as motivações do jogador, através da maior ênfase no uso de conquistas e progresso, para substituir as motivações prévias baseadas no aspecto social.

A etapa (iii) “Desenvolvimento” compreende a elaboração do que foi planejado na etapa (ii). Para estabelecer a escala do mapa e quantos elementos serão utilizados para gerar desafio ao jogador, foram realizados testes do modelo da experiência do jogo a fim de estabelecer a dinâmica de jogo que gere desafio e diversão ao usuário. Ademais, a aplicação está conectada com os serviços do cliente e de avaliação, que sofreram algumas alterações para o armazenamento dos áudios, propostos no projeto *Talk2Me*, para envio, avaliação dos áudios e configuração da partida estipulada. Esta etapa é retratada com mais detalhes no Capítulo 4.

A etapa (iv) “Avaliação interna” retrata o questionário aplicado às pedagogas especialistas em fluência em leitura para validar o projeto, este questionário junto com

seus resultados e as observações das pedagogas são apresentados no Capítulo 4.

A etapa (v) “Avaliação externa” aborda a avaliação com crianças em ambiente escolar, servindo como teste com usuários finais da aplicação, e conta com a necessidade da permissão dos responsáveis, além dos educadores e especialistas para poderem realizar observações da solução na prática. Contudo, por conta da situação das escolas brasileiras desde 2020, a etapa (v) não pôde ser aplicada nesta fase da pesquisa.

A etapa (vi) “Comunicação dos resultados” compreende o desenvolvimento do artigo científico, demonstrando os resultados encontrados da pesquisa.

O processo é iterativo, podendo ocorrer a volta à etapa (iii), em virtude do retorno obtido nas etapas (iv) e (v), para elaborar uma aplicação melhor no futuro, realizando os ciclos de avaliação que são abordados no método DSR. Neste trabalho é retratado um ciclo completo, excluindo a etapa (v), sendo a elaboração deste texto a etapa (vi).

## 4 Desenvolvimento

Este capítulo retrata todo o processo e especificidade do desenvolvimento desta pesquisa, além de demonstrar como foi elaborado o questionário de avaliação da etapa (iv) “Avaliação Interna” e quais resultados e observações obteve das pedagogas. Os dados coletados são discutidos e são propostos os próximos passos para um novo ciclo da pesquisa.

### 4.1 Evolução do *Talk2Me*

A organização do *Talk2Me*, desenvolvida no trabalho de Silva et al. (2019), sofreu mudanças: primeiramente removemos o cliente para visualização geral de jogo, já que a aplicação não será mais utilizada em um ambiente de sala de aula. O módulo de clientes de jogo, cliente de configuração, módulo de avaliação e módulo de controle do jogo foram agrupados como Módulo/Cliente de Controle do Jogo. A nova organização do projeto *Talk2Me* é representada pela Figura 4.1, e a definição e as modificações de cada módulo são descritas a seguir.

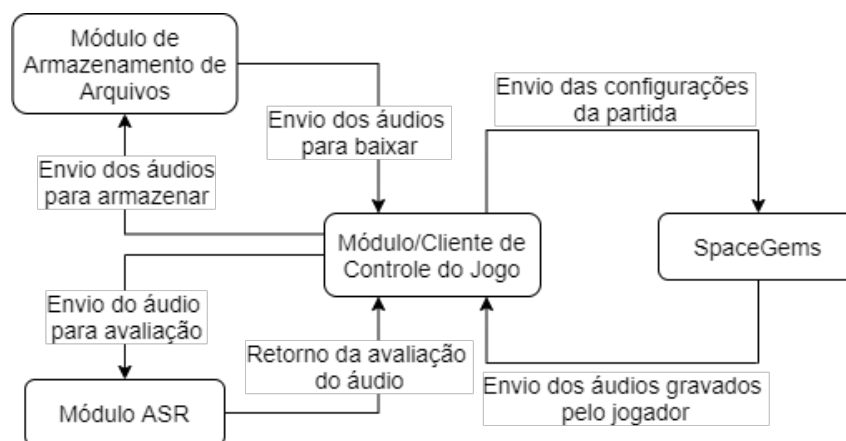


Figura 4.1: Nova organização do *Talk2Me* adaptada para o novo ciclo de interação.

O jogo *SpaceGEMS* foi desenvolvido com a finalidade de tornar o processo de captura de áudios uma atividade lúdica e interessante para a criança. A coleta é integrada diretamente ao jogo e depois os áudios são enviados a um servidor para serem utilizados na avaliação da fluência na leitura de maneira rápida e eficaz. Assim, o artefato realizará

o teste de fluência com palavras e pseudopalavras, ao invés de textos longos, para tornar a jogabilidade mais dinâmica.

O protótipo do jogo foi implementado na plataforma Unity3D<sup>1</sup> em C#<sup>2</sup>, enquanto para a estética, os elementos visuais e sonoros do jogo foram retirados da loja própria de recursos da plataforma e acrescidos por elementos elaborados para esse trabalho pela ferramenta GIMP<sup>3</sup>.

O jogo original sofreu alterações para ser utilizado por um jogador, entretanto a dinâmica básica se manteve, consistindo na entrada do jogador na partida definida pelo servidor de controle. O avatar do jogador é uma espaçonave que deve se deslocar pelos planetas distribuídos em uma grade no espaço (Figura 4.2a) para coletar jóias e vendê-las. O deslocamento entre planetas exige do usuário a pronúncia de uma palavra (Figura 4.2b) e nesse momento o áudio da fala do jogador é gravado e enviado ao módulo de ASR, que retorna o resultado para o servidor de controle.

Para a nova versão, modificações foram realizadas para transformá-lo em um jogo de um único jogador: foi adicionado um sistema de conquistas, atrelado aos mecanismos básicos do jogo, como a venda de jóias, mover-se pelo espaço, entre outras metas. Esse sistema além de se tornar uma das motivações principais do jogador (e é reforçado por dar pontos ao final da partida) também serve como um sistema guia passo a passo, ou tutorial. Adicionalmente, há um sistema de melhorias que permite ao jogador usar o dinheiro coletado para melhorar três partes da espaçonave. Esses elementos estão diretamente ligados ao jogo, permitindo carregar mais jóias, mover mais rápido e receber mais dinheiro nas vendas; e existem conquistas associadas às melhorias.

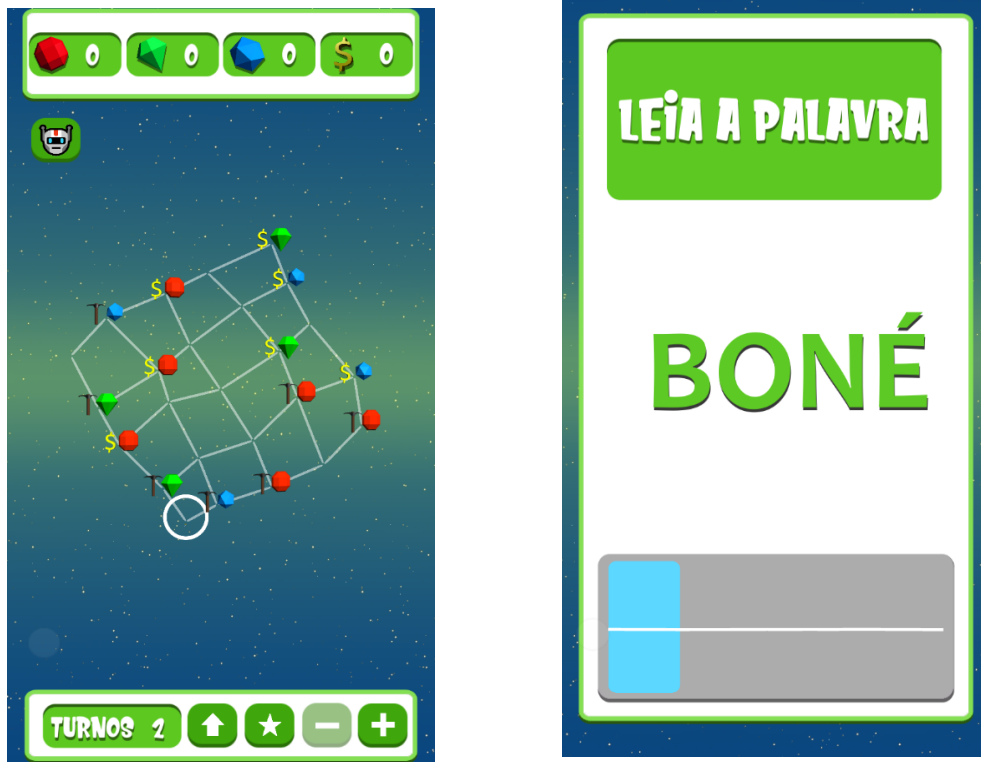
Ao final da partida é apresentada a pontuação do jogador baseada em suas vendas, conquistas realizadas e melhorias de sua nave. A pontuação, que antes era uma disputa entre equipes, agora é contra seu maior placar anterior. Por fim, mas não menos importante, toda a geração do mapa para uma partida foi refeita, conforme se explica na Seção 4.2.

---

<sup>1</sup>Plataforma com ambiente de desenvolvimento integrado para criação de jogos. Disponível em: <https://unity.com/pt>.

<sup>2</sup>Linguagem de programação C# é mantida pela Microsoft. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/>.

<sup>3</sup>Ferramenta de edição de imagens mapa de bits de código aberto. Disponível em: <https://www.gimp.org/>.



(a) Mapa do jogo para visualização geral. (b) Tela de captura do áudio da leitura da palavra.

Figura 4.2: Jogo *SpaceGEMS* com a tela da visão geral do mapa e a tela de apresentação e captura da leitura da palavra. Fonte: captura do jogo *SpaceGEMS*, do autor.

O *Módulo ASR* não sofreu alterações, sendo a avaliação dos áudios feita automaticamente pelo serviço de ASR, desenvolvido para avaliar fala infantil (SILVA et al., 2021). O serviço recebe um conjunto de palavras ou pseudopalavras que necessitam ser lidas e o conjunto de áudios de uma criança. Ao comparar o conteúdo do áudio com o que é esperado, o sistema consegue descrever a corretude da leitura. Entretanto, para não interromper ou desmotivar o jogador, o resultado não interfere no jogo.

O *Módulo/Cliente de Controle do Jogo* foi desenvolvido em Java<sup>4</sup> utilizando o arcabouço Spring Boot<sup>5</sup>, além de empregar o *Software Development Kit* (SDK) do *Firebase*<sup>6</sup> para armazenar os áudios. Esse é utilizado para configurar as partidas descrevendo quais palavras serão empregadas para avaliar o aluno, demonstrar o resultado da avaliação da fluência pelo módulo ASR e controlar o envio e download dos áudios. Em relação à

<sup>4</sup>Linguagem de programação Java é mantida pela Oracle e outras implementações abertas. Disponível em <https://docs.oracle.com/javase/8/docs/technotes/guides/language/index.html>.

<sup>5</sup>Versão opinada e curada do framework Spring para desenvolvimento ágil de aplicações empresariais. Disponível em <https://spring.io/projects/spring-boot>.

<sup>6</sup>O Firebase é uma plataforma digital, que facilita o desenvolvimento de aplicações web e móveis. Disponível em <https://firebase.google.com>.



versão anterior do *Talk2Me*, a nova versão do Módulo/Cliente de Controle do Jogo implementou a interação com o novo *Módulo de Armazenamento de Arquivos*, que utiliza dos serviços do *Firebase* para armazenar em nuvem os áudios gravados durante as partidas, permitindo melhor controle das ações de envio e de download dos arquivos.

## 4.2 Modificações no SpaceGEMS

A fim de tornar a experiência mais interessante e coesa, o sistema de geração do mapa foi completamente refeito. O cenário dos planetas foi elaborado seguindo o mapa de influência, similar ao debatido em Mark (2019), de cada tipo de elemento, que armazenam a distância de cada planeta ao determinado elemento (exemplificado pela Figura 4.3). Teriam seis tipos que representam, respectivamente, os três tipos de geradores e os três de consumidores para cada um dos três tipos de jóias no jogo.

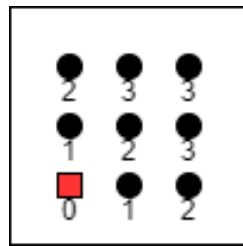


Figura 4.3: Demonstração do mapa de influência do gerador de rubi.

Inicialmente, para criar o mapa do jogo, é gerada uma matriz quadrada de planetas, sendo o número de planetas igual à quantidade de palavras definidas pelo servidor, sem ter nenhum elemento atrelado a eles. O jogador sempre começa a partida no primeiro planeta (índice 0) e só pode realizar um movimento por vez na horizontal ou vertical. Cada planeta possui no momento da criação um valor de influência infinito para cada uma das jóias nos mapas de influência e, por conseguinte, se inicia a inserção de pares gerador-consumidor aos planetas, conforme é demonstrado na Figura 4.4. Dessa forma, sempre que um novo gerador/consumidor é inserido, a influência é propagada no mapa de influência seguindo as regras seguintes:

- São inseridos  $k$  números de pares alternando entre cada tipo de jóia, sendo  $k$  igual ao resultado desta expressão  $\text{planetas}/4$ , arredondado para cima.

- Serão considerados candidatos para inserir o elemento os planetas que não contêm elemento ou o jogador, e tenham no mapa de influência de sua contrapartida (caso o elemento a inserir seja um gerador, sua contrapartida seria um consumidor do mesmo tipo de jóia, se for um consumidor seria o contrário) valores iguais ou acima de número de linhas da matriz menos 1.

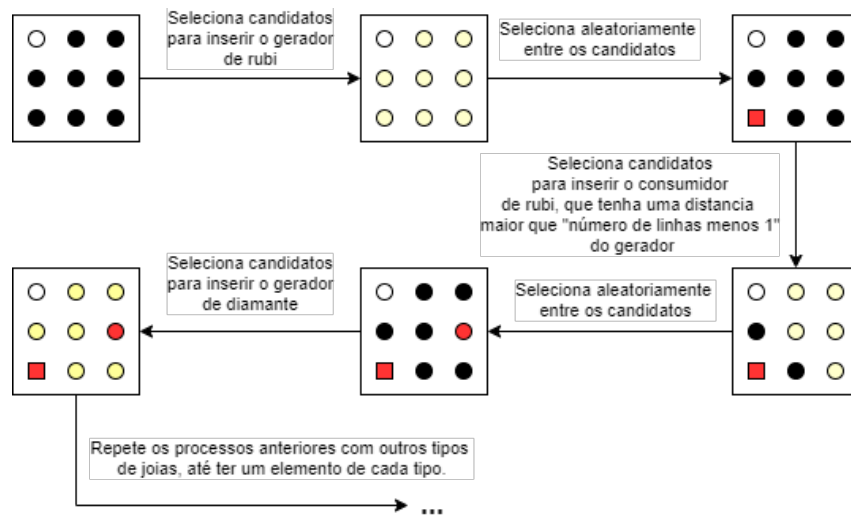


Figura 4.4: Processo de construção do mapa para uma partida de 9 palavras (Jogador representado pela bola branca, planetas pela bola preta, candidatos a inserção pela bola amarela, geradores de joia por quadrados da cor da joia e consumidores com bolas da cor da jóia).

Durante a partida, o jogador irá se deslocar entre os planetas, podendo ocorrer a remoção do elemento do planeta em que ele esteja. Sempre que for removido um elemento, o mapa de influência é atualizado imediatamente para o respectivo tipo. Caso o elemento seja um consumidor, são inseridos no mapa um consumidor e geradores (a quantidade de geradores depende do número de jóias vendidas na ação), seguindo a segunda regra mencionada anteriormente.

O objetivo inicial do artefato era gerar entretenimento através do aspecto social, incentivado tanto pela competitividade quanto pela cooperatividade entre os alunos de uma sala de aula. Entretanto, em decorrência da pandemia, para assegurar a segurança dos envolvidos na avaliação do jogo com crianças, as motivações para o jogador (Figura 4.5)<sup>7</sup> precisaram ser alteradas para o cenário ser executado por apenas uma pessoa.

<sup>7</sup>Adaptado do Modelo de motivações de jogador da Quantic Foundry. Disponível em (<https://quanticfoundry.com/>).



Action "Boom!"	Social "Let's Play Together"	Mastery "Let Me Think"	Achievement "I Want More"	Immersion "Once Upon a Time"	Creativity "What If?"
<b>Destruction</b> Guns. Explosives. Chaos. Mayhem.	<b>Competition</b> Duels. Matches. High on Ranking.	<b>Challenge</b> Practice. High Difficulty. Challenges.	<b>Completion</b> Get All Collectibles. Complete All Missions.	<b>Fantasy</b> Being someone else, somewhere else.	<b>Design</b> Expression. Customization.
<b>Excitement</b> Fast-Paced. Action. Surprises. Thrills.	<b>Community</b> Being on Team. Chatting. Interacting.	<b>Strategy</b> Thinking Ahead. Making Decisions.	<b>Power</b> Powerful Character. Powerful Equipment.	<b>Story</b> Elaborate plots. Interesting characters.	<b>Discovery</b> Explore. Tinker. Experiment.

Figura 4.5: As setas em vermelho representam as motivações do jogador da versão anterior do *SpaceGEMS*, enquanto as verdes da versão deste projeto. Fonte: Adaptado de *Quantic Foundry's Motivation Model*, destaque do autor.

Em virtude disso, o jogo teve que focar no aspecto de conquistas e progresso como principais meios para proporcionar diversão. Foi implementado o sistema de conquistas dentro da partida (Figura 4.6a) para motivar o jogador a completar o maior número de conquistas durante a sessão, além de servir como guia na ausência do educador como mediador da atividade.

Já para o progresso, foi adicionada a possibilidade do jogador melhorar sua espaçonave durante a partida (Figura 4.6b) utilizando o dinheiro coletado ao completar conquistas ou vender joias durante o jogo. As melhorias consistem em quatro níveis de modificações na aparência da nave em três setores: topo, cabine e exaustor; além de gerar mudanças na dinâmica do jogo dependendo do setor alterado. Nesse sentido, o topo melhora o valor de venda das joias, enquanto a cabine aumenta a capacidade da espaçonave de carregar joias e o exaustor aumenta o número de movimentos que a nave pode fazer por turno.

Para auxiliar as crianças durante uma partida, sem sair do tema estabelecido pelo jogo, foram gravados três áudios para orientar o usuário, modificados para serem atribuídos a voz de um robô. Estes áudios foram distribuídos para as janelas de melhoria da nave, de tarefas e para a tela principal da partida, sendo reproduzidos ao clicar no botão que contém a imagem de um robô, presente nas Figuras 4.2a, 4.6a e 4.6b.



(a) Sistema de conquistas.

(b) Sistema de melhorias.

Figura 4.6: Sistemas novos do jogo para motivar o jogador. Fonte: Capturas de tela no *SpaceGEMS*, do autor.

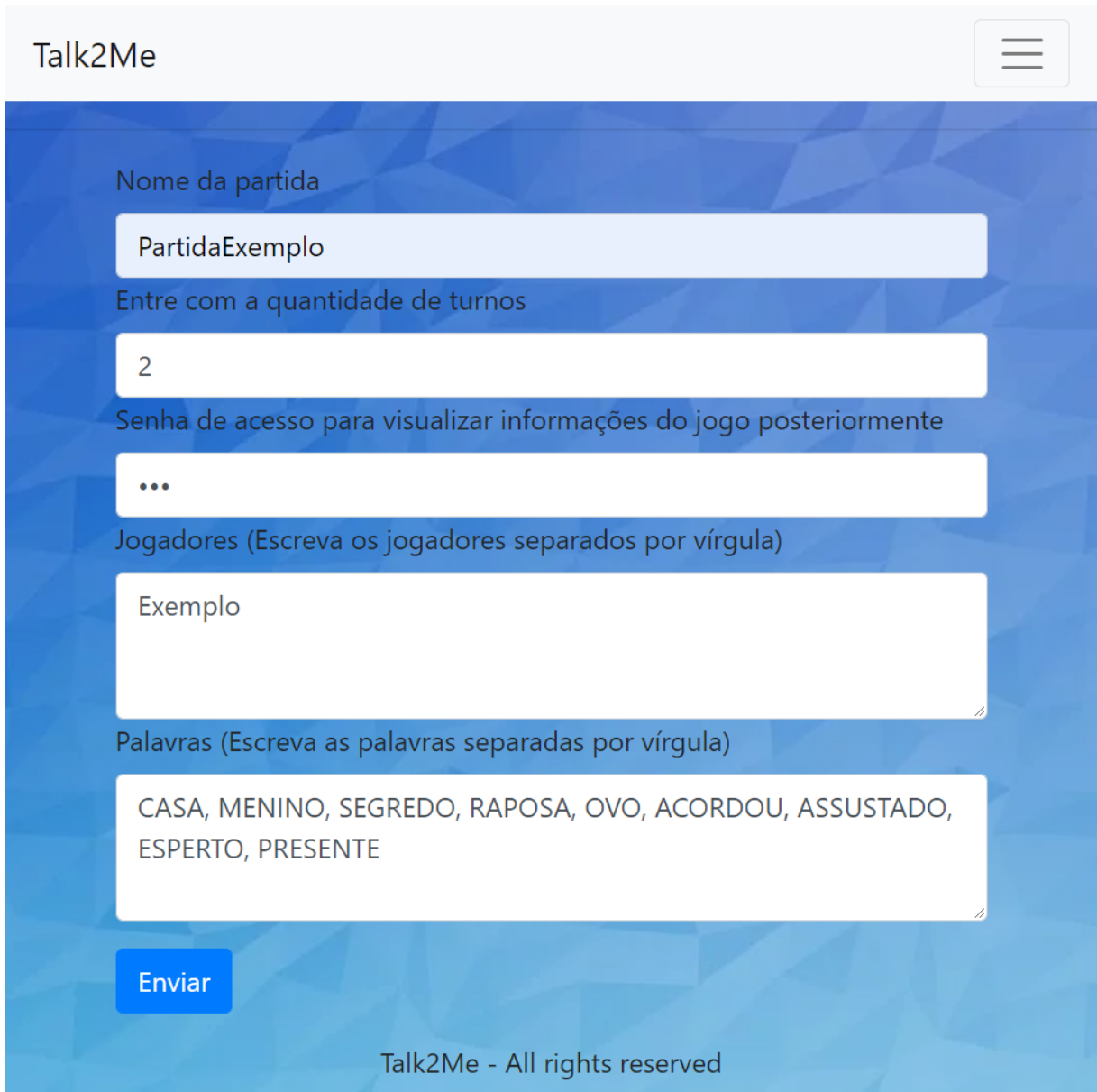
### 4.3 Modificações no servidor

A partida é criada no servidor através de um formulário (Figura 4.7), que necessita ser preenchido com o nome da partida, que serve como identificador para ajudar o usuário, quantidade de turnos, senha de acesso para visualizar informações da partida, nome do jogador e as palavras e pseudopalavras da partida.

Para armazenar os áudios e tornar o processo de envio e de download práticos e seguros, foi utilizado o SDK do *Firebase*, permitindo empregar *Firebase Storage*<sup>8</sup> que é um serviço de armazenamento de documentos. Ao finalizar a gravação de um áudio no jogo, este é enviado para o site por meio de uma requisição *POST*, que encaminha o arquivo primeiro para o Módulo ASR para depois ser armazenado no *Firebase Storage* do projeto.

O Módulo ASR retorna a corretude da palavra, que seria um valor binário, para denotar se a pronúncia da palavra exigida foi correta ou não, a partir do envio do

<sup>8</sup>O Cloud Storage para Firebase é um serviço de armazenamento de arquivos. Disponível em (<https://firebase.google.com>).



The image shows a web interface for creating a game. At the top left, the text "Talk2Me" is displayed. In the top right corner, there is a hamburger menu icon. The main content area has a blue background with a geometric pattern. It contains several input fields and a button:

- Nome da partida:** A text input field containing "PartidaExemplo".
- Entre com a quantidade de turnos:** A text input field containing "2".
- Senha de acesso para visualizar informações do jogo posteriormente:** A text input field containing three dots "...".
- Jogadores (Escreva os jogadores separados por vírgula):** A text input field containing "Exemplo".
- Palavras (Escreva as palavras separadas por vírgula):** A text input field containing "CASA, MENINO, SEGREDO, RAPOSA, OVO, ACORDOU, ASSUSTADO, ESPERTO, PRESENTE".

At the bottom left, there is a blue button labeled "Enviar". At the bottom center, the text "Talk2Me - All rights reserved" is displayed.

Figura 4.7: Formulário de criação de uma partida. Fonte: captura de tela do servidor do *Talk2Me*, do autor.

áudio a ser avaliado junto com o texto para especificar a palavra que deveria estar presente no áudio. A fim do educador visualizar este resultado, deve-se acessar a lista de partidas no Módulo/Cliente de Controle do Jogo, especificar a partida que queira averiguar e após descrever a senha da partida poderá observar o identificador da partida (para utilizar no *SpaceGEMS*), as palavras aplicadas no jogo e acessar a página de cada jogador. As páginas dos jogadores (Figura 4.8) demonstram os áudios gravados por eles em uma determinada partida, apresentando a cada um destes áudios o resultado do Módulo ASR, a opção de download do áudio, e a data e horário que foram gravados.

## Jogador: Exemplo

Arquivos	Corretude	Data	Download
ACORDOU	Correto	22/08/2021 16:16	
ASSUSTADO	Correto	22/08/2021 16:17	
RAPOSA	Correto	22/08/2021 16:15	
PRESENTE	Incorreto	22/08/2021 16:17	
OVO	Incorreto	22/08/2021 16:16	
ESPERTO	Correto	22/08/2021 16:17	

Figura 4.8: Registro da captura dos áudios durante as partidas, do jogador denominado “Exemplo”. Fonte: captura de tela do servidor do *Talk2Me*, do autor.

## 4.4 Avaliação Interna

Esta seção descreve a etapa *(iv)* “Avaliação interna” do modelo DSR definido no Capítulo 3, relatando como foi estruturada, aplicada e os resultados que obteve.

Com o propósito de validar a abordagem no quesito pedagógico, foi utilizado um questionário tomando como base a metodologia *Learning Object Review Instrument* (LORI) (CECCON; PORTO, 2020), a qual utiliza notas de 1 a 5 (sendo a nota 5 a maior e 1 a menor) em um conjunto de critérios para validar um artefato educacional. O questionário disponibiliza espaço para observações e recomendações em cada um dos fatores. Abaixo segue a lista de todos os critérios selecionados para o questionário, junto com

uma descrição breve de cada um dos itens. Os seis primeiros critérios foram diretamente retirados do LORI e os dois últimos foram adicionados pelos autores por se julgar serem tópicos relevantes para o projeto.

- **Qualidade do conteúdo:** o conteúdo está livre de erros e é apresentado sem preconceitos ou omissões que possam induzir em erro os usuários.
- **Alinhamento de metas de aprendizagem:** os objetivos de aprendizagem são apropriados para os alunos pretendidos. O conteúdo e as avaliações fornecidas pelo objeto se alinham com os objetivos declarados.
- **Motivação:** o objeto de aprendizagem é altamente motivador.
- **Design de apresentação:** o design visual permite que o usuário aprenda com eficiência. As apresentações minimizam a busca visual e o texto é legível.
- **Usabilidade de interação:** o design da interface do usuário informa, implicitamente, aos alunos como interagir com o objeto ou há instruções claras que orientam o uso. A navegação pelo objeto é fácil, intuitiva e sem atrasos excessivos.
- **Acessibilidade:** o objeto de aprendizagem fornece um alto grau de acomodação para alunos com deficiências sensoriais e motoras e pode ser acessado por meio de dispositivos auxiliares e altamente portáteis.
- **Comparação com o método padrão de coleta de áudio:** o objeto de aprendizagem fornece um ambiente e situação melhor e mais confortável à criança do que pelo método padrão de coleta de áudio.
- **Entrega de resultados para a avaliação formativa:** o objeto fornece uma forma mais rápida e prática de apresentar os relatórios de avaliação para tomada de decisão do professor.

O artefato foi apresentado às pedagogas do CAED/UFJF, empresa responsável por aplicações de testes de fluência em leitura em escolas, sendo as duas especialistas em testes de fluência na leitura infantil. Posteriormente, ambas responderam ao questionário

para averiguar o artefato em relação aos critérios acima. A Tabela 4.1 apresenta os resultados alcançados.

Tabela 4.1: Resultado do questionário

Critérios	Pedagoga 1	Pedagoga 2
Qualidade do conteúdo	4	5
Alinhamento de metas de aprendizagem	5	5
Motivação	4	5
Design de apresentação	5	4
Usabilidade de interação	5	4
Acessibilidade	4	5
Comparação com o método padrão de coleta de áudio	5	5
Entrega de resultados para a avaliação formativa	4	5

Analisando os dados da Tabela 4.1, as notas estabelecidas nos critérios “Comparação com o método padrão de coleta de áudio” e “Alinhamento de metas de aprendizagem” foram máximas pelas duas pedagogas, demonstrando que o artefato tem possibilidade de criar um ambiente mais confortável para a criança do que o método padrão, atingindo os objetivos declarados e tornando-se apropriados para os alunos que estão desenvolvendo a habilidade da fluência da leitura. Entretanto, os outros fatores tiveram o par de notas 4 e 5, constatando que a aplicação é válida segundo os quesitos apresentados, mas ainda pode ser melhorada para atender melhor o problema.

Além das pontuações, consideramos enriquecedores os comentários e sugestões das pedagogas, que permitem uma nova iteração do DSR para melhoria do artefato. As sugestões podem ser agrupadas em três aspectos: *game design*, prático e pedagógico. No primeiro aspecto, foi pontuado que, considerando-se a faixa etária do usuário (alunos nos primeiros anos escolares, 6 a 8 anos), é necessário verificar se a presença de múltiplos objetivos no jogo podem interferir negativamente na experiência do jogador ao dificultar o entendimento do jogo e, assim, tirando o foco do objetivo avaliativo da fluência em leitura. Atualmente o jogador pode alcançar a maior pontuação na partida através das vendas das jóias, conquistas alcançadas e melhorias da nave.

Em relação ao aspecto prático, foi pontuado que algumas animações precisam ter uma duração menor, como deslocamento da nave no mapa, para diminuir o tempo da criança no jogo e evitar o cansaço ao longo da avaliação de fluência.

Por fim, em relação ao aspecto pedagógico, pontuaram-se melhorias no meca-



---

nismo de dificuldade do jogo, permitindo ao professor controlar o nível de complexidade das palavras ao longo da avaliação. Por complexidade das palavras em relação ao teste de fluência, entende-se a presença de palavras canônicas e não canônicas, tonicidade e extensão das palavras. Ainda, apontou-se que o relatório final poderia ser mais detalhado, apresentando não só a pontuação da criança e as palavras que foram lidas incorretamente, mas apresentar os erros mais frequentes com fonemas e grafemas ao longo do teste.

## 5 Considerações Finais

Este trabalho apresentou a busca por melhorar o processo de coleta e avaliação de fluência infantil, através do *Talk2Me*, um ambiente composto por uma rede de serviços e um jogo para dispositivos móveis, desenvolvido seguindo as etapas definidas pelo método DSR. O jogo original, o *SpaceGEMS*, foi adaptado para uma modalidade de jogador único em virtude do isolamento social, mudando o perfil de motivação de jogadores e prevendo a indisponibilidade do uso compartilhado de dispositivos e da presença de um mediador para a dinâmica do jogo.

A arquitetura do *Talk2Me* foi atualizada e o protótipo do jogo *SpaceGEMS* expandido, para alteração na geração de mapas, alteração nas motivações de jogador e, principalmente, da questão da coleta de áudios a partir da leitura de palavras e pseudopalavras. Outrossim, os arquivos dos áudios gravados no protótipo são organizados e enviados ao servidor de controle online, o qual os encaminha para serem avaliados através do serviço de ASR desenvolvido para avaliar fala infantil (SILVA et al., 2021). Por fim, o resultado do serviço de ASR é apresentado no site do servidor para o usuário averiguar quais palavras os alunos enviaram e o resultado da avaliação automática.

Após o desenvolvimento do protótipo, que foi apresentado às pedagogas junto a um formulário com 8 questões sobre o aplicativo, foi proposto que elas respondessem e fizessem observações acerca da solução por meio do viés pedagógico.

As recomendações e notas apresentadas pelas pedagogas foram muito positivas, dando indícios de que a abordagem é promissora para a melhoria da coleta de áudios se implementada em uma avaliação externa, quando os protocolos de biossegurança das instituições de ensino assim o permitirem. A análise dos valores aplicados pelas pedagogas também serviram como indicadores de pontos de melhorias no projeto, para tornar a experiência mais intuitiva e interessante e, posteriormente, a nova versão poderá ser validada pelo mesmo questionário e os resultados comparados.

Além disso, será estudada a viabilidade de avaliação externa tão logo seja possível a realização de experimentos pedagógicos em escolas em situações de segurança

biológica. Ademais, pode-se implementar aperfeiçoamentos no artefato, como a opção de baixar todos os áudios de um jogador através de uma ação ou apresentar um relatório mais detalhado da avaliação de fluência do usuário.

Em virtude disso, podemos afirmar que o trabalho alcançou o objetivo de implementar um jogo sério interligado com uma rede de servidores online que facilita o processo de coleta de áudios de fluência na leitura, além de ser elaborado visando a maior segurança possível aos alunos durante a crise atual de saúde. Entretanto, mesmo apresentando os resultados do questionário, não podemos afirmar que a solução geraria mais motivação ao usuário do que o processo padrão de coleta, devido às limitações do projeto que são descritas nos próximos parágrafos.

As limitações deste trabalho estão, principalmente, na avaliação do artefato. Primeiramente, não foi possível realizar a etapa (*v*) “Avaliação externa” e, portanto, não pode-se evidenciar que o uso do artefato em ambiente real e pelos seus usuários finais permite alcançar a meta do projeto: ser motivador e intuitivo.

A impossibilidade de aplicação dessa etapa se deu por conta das restrições sanitárias nacionais, o que impactou as pesquisas em ambientes escolares. Os ambientes escolares sobrecarregados com as adaptações necessárias em suas atividades e a aplicação do protótipo exigem um planejamento extra para a sua aplicação nos próximos meses.

Por fim, a etapa de avaliação interna contou com um número reduzido de participantes, o que permite testar o funcionamento da arquitetura, mas não permite avaliá-lo com um número de acessos maior e um conjunto de dados maior. Adicionalmente, faz-se necessário testes da interface do jogo com crianças da idade esperada para a aplicação. É preciso identificar se, com a ajuda dos responsáveis, elas conseguiriam identificar os elementos comuns de jogos para dispositivos móveis e operar o jogo, além de verificar se elas se motivaram com a coleta ao utilizar o jogo. Ademais, o processo de avaliação pedagógico pode ser melhorado com a publicação do aplicativo e serviços para uso externo, aumentando o número de relatos de profissionais após o manuseio do artefato.

Como trabalhos futuros, outros itens avaliativos de fluência em leitura podem ser adaptados para o artefato, como a adaptação de itens que medem a quantidade de palavras lidas por minuto em um texto narrativo, além de itens para avaliar prosódia na

---

leitura, como respeito à acentuação de palavras e pausa de sentido em textos. Por fim, este artefato foi projetado para atender crianças nos primeiros anos letivos, mas os itens e a solução podem ser facilmente adaptadas para outros públicos, como para educação de jovens e adultos ou para português como segunda língua.

## Bibliografia

- ABT, C. C. *Serious games*. [S.l.]: Viking Press, 1970.
- ADAMS, M. J. *Beginning to read: Thinking and learning about print*. MIT press, 1994.
- ALVES, A. G.; CHAVES, J. E.; CORDEIRO, A. M. Interface tangível com material dourado em jogo digital de aprendizagem de matemática. In: SBC. *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.], 2020. p. 612–621.
- ANWAR, A. et al. A computer game based approach for increasing fluency in the speech of the autistic children. In: IEEE. *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2011 11th IEEE international conference on*. [S.l.], 2011. p. 17–18.
- BARAB, S. Design-based research. *The Cambridge handbook of the learning sciences*, Cambridge University Press New York, NY, p. 153–169, 2006.
- BERG, V. A game-based online tool to measure cognitive functions in students. *International Journal of Serious Games*, v. 8, n. 1, p. 71 – 87, Mar. 2021. Disponível em: <http://journal.seriousgamessociety.org/index.php/IJSG/article/view/410>.
- BNCC. 2018. [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf). (Accessed on 02/12/2021).
- BORGES, S. de S. et al. A systematic mapping on gamification applied to education. In: ACM. *Proceedings of the 29th annual ACM symposium on applied computing*. [S.l.], 2014. p. 216–222.
- CARTWRIGHT, K. B. Cognitive development and reading: The relation of reading-specific multiple classification skill to reading comprehension in elementary school children. *Journal of Educational Psychology*, American Psychological Association, v. 94, n. 1, p. 56, 2002.
- CARTWRIGHT, K. B. Insights from cognitive neuroscience: The importance of executive function for early reading development and education. *Early Education & Development*, Taylor & Francis, v. 23, n. 1, p. 24–36, 2012.
- CECCON, D. L.; PORTO, J. B. Bcs: Jogos digitais no auxílio do desenvolvimento de crianças especiais com atraso na linguagem. In: SBC. *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.], 2020. p. 522–531.
- CELESTINO, P. G. A oralidade infantil e desenvolvimento cognitivo à partir da prática docente. *Revista Internacional de apoyo a la inclusión, logopedia, sociedad y multiculturalidad*, v. 5, n. 1, 2019.
- DIAS, N. M. et al. Avaliação da leitura no brasil: revisão da literatura no recorte 2009? 2013. *Revista Psicologia-Teoria e Prática*, v. 18, n. 1, 2016.
- DJAOUTI, D. et al. Origins of serious games. In: *Serious games and edutainment applications*. [S.l.]: Springer, 2011. p. 25–43.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES, J. A. V. Design science research. In: \_\_\_\_\_. *Design Science Research: A Method for Science and Technology Advancement*. Cham: Springer International Publishing, 2015. p. 67–102. ISBN 978-3-319-07374-3. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-07374-3\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-07374-3_4).

FUCHS, L. S. et al. Oral reading fluency as an indicator of reading competence: A theoretical, empirical, and historical analysis. *Scientific studies of reading*, Taylor & Francis, v. 5, n. 3, p. 239–256, 2001.

GARCÍA, C. T. et al. Tiptoptalk! mobile application for speech training using minimal pairs and gamification. 2016.

HUDSON, R. F.; LANE, H. B.; PULLEN, P. C. Reading fluency assessment and instruction: What, why, and how? *The Reading Teacher*, Wiley Online Library, v. 58, n. 8, p. 702–714, 2005.

HUITT, W.; HUMMEL, J. Piaget's theory of cognitive development. *Educational psychology interactive*, v. 3, n. 2, p. 1–5, 2003. Disponível em: [https://intranet.newriver.edu/images/stories/library/stennett\\_psychology\\_articles/Piagets%20Theory%20of%20Cognitive%20Development.pdf](https://intranet.newriver.edu/images/stories/library/stennett_psychology_articles/Piagets%20Theory%20of%20Cognitive%20Development.pdf).

HUIZINGA, J. *Homo ludens: O jogo como elemento da cultura*. [S.l.]: Perspectiva, 2019.

KIM, H.; HANNAH, L.; JANG, E. E. Using acoustic features to predict oral reading fluency of students with diverse language backgrounds. In: *Collated Papers for the ALTE 7th International Conference, Madrid*. [S.l.: s.n.], 2021. p. 198.

LIU, Q. et al. Gamification design based research on speech training system for hearing-impaired children. In: SPRINGER. *International Conference on Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics*. [S.l.], 2015. p. 140–151.

MARK, D. Modular tactical influence maps. In: *Game AI Pro 360*. [S.l.]: CRC Press, 2019. p. 103–124.

MICHAEL, D. R.; CHEN, S. L. *Serious games: Games that educate, train, and inform*. [S.l.]: Muska & Lipman/Premier-Trade, 2005.

MONCLAR, R. S.; SILVA, M. A.; XEXÉO, G. Jogos com propósito para o ensino de programação. *Anais do Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital-SBGames2018*, 2018.

MUNTEAN, C. I. Raising engagement in e-learning through gamification. In: *Proc. 6th International Conference on Virtual Learning ICVL*. [S.l.: s.n.], 2011. v. 1.

MUSTI-RAO, S.; LO, Y.-y.; PLATI, E. Using an ipad® app to improve sight word reading fluency for at-risk first graders. *Remedial and Special Education*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 36, n. 3, p. 154–166, 2015.

PAULA, F. R. D.; FÁVERO, R. A gamificação da educação na compreensão dos profissionais da educação. *Anais do Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital-SBGames2016*, 2016.

PROENÇA, J. D. L. *Automatic assessment of reading ability of children*. Tese (Doutorado) — 00500:: Universidade de Coimbra, 2018.

- PULIEZI, S. et al. Fluência e compreensão na leitura de textos: um estudo com crianças do 4<sup>o</sup> ano do ensino fundamental. In: . [S.l.]: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2015.
- RAMOS, D. K. et al. Jogos digitais, habilidades cognitivas e motivação: percepção das crianças no contexto escolar. *Anais do Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital-SBGames2018*, 2018.
- RIBEIRO, L. D. et al. Projeto e implementação de uma arquitetura baseada em jogos digitais para coleta de áudios e avaliação de fluência na leitura infantil. In: *Proceedings of SBGames*. [S.l.: s.n.], 2019. ISSN 2179-2259.
- ROCHA, P. S. V. d. S. *A importância do lúdico na educação infantil: uma análise a partir da concepção de professores*. [S.l.]: Universidade Federal da Paraíba, 2018.
- SAPUTRA, M. R. U. Lexipal: Design, implementation and evaluation of gamification on learning application for dyslexia. *Int. J. Comput. Appl*, v. 131, p. 37–43, 2015.
- SCHMITZ, B. et al. Attuning a mobile simulation game for school children using a design-based research approach. *Computers & Education*, Elsevier, v. 81, p. 35–48, 2015.
- SILVA, W. A. et al. A framework for large-scale automatic fluency assessment. *International Journal of Distance Education Technologies*, IGI Global, v. 19, n. 3, p. 70–88, jul 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4018/2179-2259.2021070105>.
- SILVA, W. A. et al. Talk2me: Uma abordagem computacional para auxiliar na identificação de falhas no processo de alfabetização. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2019. v. 30, n. 1, p. 723.
- SIMON, H. A. *The Sciences of the Artificial. 3rd*. [S.l.]: The MIT Press, 1996.
- TAKITA, T.; AKIMOTO, K.; HOSHINO, J. Reading aloud training game for children with auto evaluation of oral reading fluency. In: SPRINGER. *International Conference on Entertainment Computing*. [S.l.], 2017. p. 404–408.
- XEXÉO, G. et al. *O Que São Jogos*. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.cos.ufrj.br/uploadfile/publicacao/2766.pdf>.